

乾燥砂地盤上の2次元表面剛基礎の鉛直支持力問題を考える。以下の問に答えよ。

- (1) 砂の乾燥密度(ρ_d)測定したところ 1.6g/cm^3 であった。この砂の土粒子密度(ρ_s)が 2.7g/cm^3 とすると、砂の間隙比(e)と間隙率(n)はいくらか。(10点)

$$\rho_d = \frac{\rho_s}{1+e}, \quad 2.7 = 1.6 + 1.6e, \quad \therefore e = \frac{1.1}{1.6} = 0.688$$

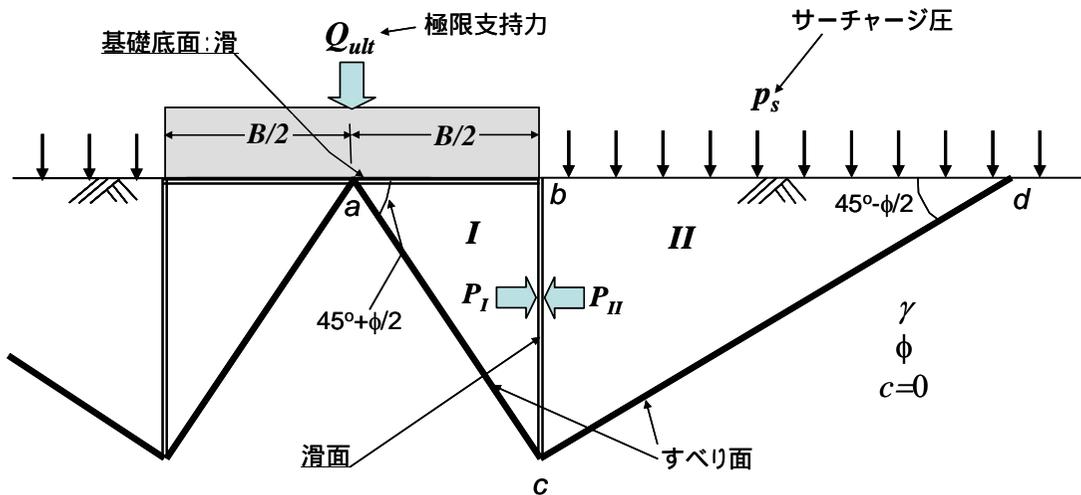
$$n = \frac{e}{1+e} = 0.407 = 40.7\%$$

- (2) 2次元表面基礎の極限支持力強度(q_{ult})は以下の支持力公式で与えられる。

$$q_{ult} = \frac{Q_{ult}}{B} = cN_c + p_s N_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma$$

ここで、 Q_{ult} : 極限支持力、 B : 基礎幅、 N_c, N_q, N_γ : 支持力係数、 c : 粘着力、 p_s : サーチージ圧、 γ : 単位乾燥重量。

この支持力係数を求めるために、図-1に示す左右対称の破壊のメカニズムを仮定し、右半分の2つの土くさび(I, II)について考える。なお、ここでは基礎底面、及び2つのくさびの鉛直境界面(bc)は滑面と仮定する。



- (2-i) くさび I, IIとも破壊した場合の鉛直境界面 bc に作用する水平全土圧を、
 a) IからIIに作用する全受働土圧(P_I)として
 b) IIからIに作用する全主働土圧(P_{II})として
 q_{ult} , B , p_s , γ , ϕ (摩擦角)を使ってそれぞれ表せ。(20点)

円直面bcの高さをHとすると、
$$H = \frac{B}{2} \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

Rankineの土圧公式より(p_0 : サーチャージ)

$$P_p = \left(\frac{\gamma H^2}{2} + p_0 H\right) K_p, \quad P_a = \left(\frac{\gamma H^2}{2} + p_0 H\right) K_a$$

ここで、 P_I については、 $p_0 = p_s$ 、 P_{II} については $p_0 = q_{ult}$ 、また、 K_p, K_a は

$$K_p = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right), \quad K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right) = \frac{1}{\tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$a) \quad P_p = P_I = \left(\frac{\gamma H^2}{2} + p_0 H\right) K_p = \frac{\gamma B^2}{8} \tan^4\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) + p_s \frac{B}{2} \tan^3\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$b) \quad P_a = P_{II} = \left(\frac{\gamma H^2}{2} + p_0 H\right) K_a = \frac{\gamma B^2}{8} + q_{ult} \frac{B}{2} \tan^{-1}\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

(2 - ii) 上記のメカニズムと仮定における支持力係数 N_q, N_γ の式を ϕ の関数として導け。
(10 点)

$P_I = P_{II}$ より

$$\frac{\gamma B^2}{8} \tan^4\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) + p_s \frac{B}{2} \tan^3\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) = \frac{\gamma B^2}{8} + q_{ult} \frac{B}{2} \tan^{-1}\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\Rightarrow q_{ult} = \frac{\gamma B}{2} \cdot \frac{1}{2} \left\{ \tan^5\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) - \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \right\} + p_s \tan^4\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\therefore N_q = \tan^4\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right), (3 \text{ 点}) \quad N_\gamma = \frac{1}{2} \left\{ \tan^5\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) - \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \right\}$$

(2 - iii) もし、 bc が滑な面ではなく、せん断力が発揮されるすべり面であった場合、極限支持力はどうなるか。定性的に説明せよ。(10 点)

極限支持力は、 ϕ の値にもよるが著しく、大きくなる。